

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-022532

(43)Date of publication of application : 24.01.2003

(51)Int.Cl.

G11B 7/0045

G11B 7/125

G11B 7/24

(21)Application number : 2001-206902

(71)Applicant : COLUMBIA MUSIC ENTERTAINMENT INC

(22)Date of filing : 06.07.2001

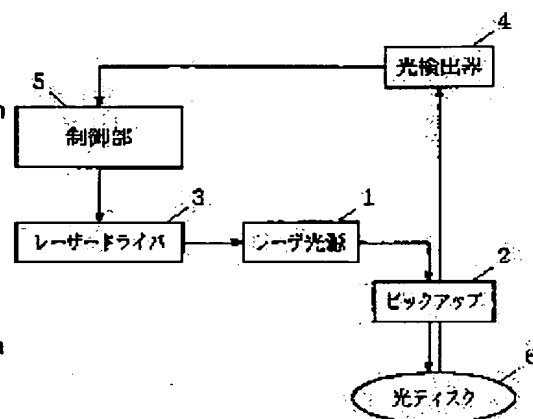
(72)Inventor : NAKANO KAZUHIKO

(54) OPTICAL INFORMATION RECORDING MEDIUM AND METHOD AND DEVICE FOR OPTICAL INFORMATION RECORDING

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an information recording device with which the laser power of a recording laser beam is appropriately controlled, the information is recorded with an excellent characteristics even when the quantity of passing light varies according to a recording condition of a recording layer located at the incident side of the information recording layer when the information is recorded on the information recording layer of the second or further layers of a multiplayer optical disk.

SOLUTION: The laser beam emitted from a laser source 1 is converged to the recording film surface of an optical disk 6 by means of a pickup 2. Returning light is detected with a light detection part 4, inputted to a controlling part 5 and the power control of a laser driver 3 is performed. The controlling part tests a recording power in a recording power test region other than a user data recording region and decides a controlling power before recording an user datum and the user datum is recorded on the user data recording region on the basis of the decided recording power.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-22532
(P2003-22532A)

(43) 公開日 平成15年1月24日 (2003.1.24)

| (51) Int.Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テーマコード* (参考) |
|---------------------------|-------|----------------|-------------------|
| G 1 1 B 7/0045 | | G 1 1 B 7/0045 | B 5 D 0 2 9 |
| 7/125 | | 7/125 | C 5 D 0 9 0 |
| 7/24 | 5 2 2 | 7/24 | 5 2 2 P 5 D 1 1 9 |
| | 5 7 1 | | 5 7 1 X |

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2001-206902(P2001-206902)

(22) 出願日 平成13年7月6日(2001.7.6)

(71) 出願人 000004167
コロムビアミュージックエンタテインメン
ト株式会社
東京都港区赤坂4丁目14番14号
(72) 発明者 中野 和彦
神奈川県川崎市川崎区港町5番1号 日本
コロムビア株式会社川崎工場内
(74) 代理人 100096208
弁理士 石井 康夫

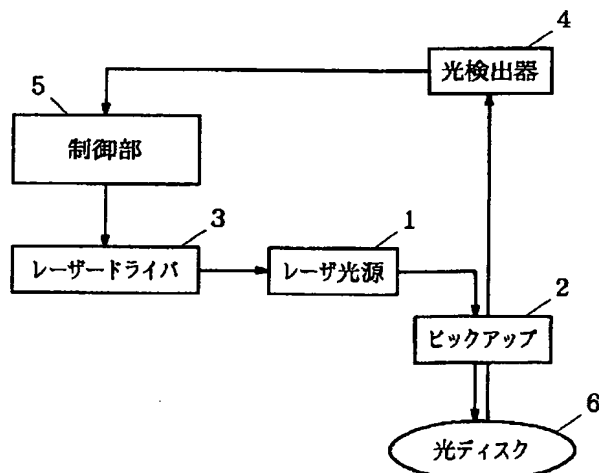
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光情報記録媒体ならびにその記録方法および情報記録装置

(57) 【要約】

【課題】 多層光ディスクの第2層目以降の情報記録層に対して情報を記録する際に、その情報記録層より入射側に位置する記録層の記録状態により透過光量に変化しても、記録レーザ光のレーザパワーの適切な制御を行なうことができ、良好な特性で情報を記録することができる情報記録装置を提供する。

【解決手段】 レーザ光源1からのレーザ光はピックアップ2により光ディスク6の記録膜表面に収束される。戻り光は光検出部4で検出され、制御部5に入力され、レーザドライバ3のパワーコントロールが行なわれる。ユーザデータの記録を行なう前に、制御部は、ユーザデータ記録領域以外の記録パワーテスト領域にて、記録パワーのテストを行なって記録パワーを決定し、決定された記録パワーに基づいてユーザデータ記録領域にユーザデータの記録を行なう。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 2 層以上の情報記録層を有する光情報記録媒体であって、ユーザデータ記録領域以外の領域に記録パワーのチェックを行なうための記録パワーテスト領域を有することを特徴とする光情報記録媒体。

【請求項 2】 前記記録パワーテスト領域が、前記情報記録層の層の数が n のとき $(n-1)$ 以上に区分され、前記情報記録層の各層に対応された各層用の記録パワーテスト領域を有し、前記各層用の記録パワーテスト領域は、1 層目から $(n-1)$ 層までの状態が、透過率の最も低い記録状態、または、透過率の最も高い記録状態、もしくは、その両方の記録状態となっている部分を有することを特徴とする請求項 1 に記載の光情報記録媒体。

【請求項 3】 2 層以上の情報記録層を有する光情報記録媒体にレーザビームによって記録を行なう情報記録方法であって、入射側から第 2 層目以降の情報記録層の記録時に、記録レーザビームの戻り光を検出し、該戻り光の検出レベルによって、記録パワーを制御する情報記録方法において、ユーザデータを記録するより前に、ユーザデータ記録領域以外の記録パワーテスト領域にて、記録パワーのテストを行なって記録パワーを決定し、決定された記録パワーに基づいてユーザデータ記録領域にユーザデータの記録を行なうことを特徴とする情報記録方法。

【請求項 4】 記録レーザビームの戻り光レベルを少なくとも 1 周分記憶するメモリを有し、その記憶された戻り光データを元に、前記レーザビームの記録パワーを制御することを特徴とする請求項 3 に記載の情報記録方法。

【請求項 5】 2 層以上の情報記録層を有するとともに、ユーザデータ記録領域以外の領域に記録パワーのチェックを行なうための記録パワーテスト領域を有し、該記録パワーテスト領域が、前記情報記録層の層の数が n のとき $(n-1)$ 以上に区分され、前記情報記録層の各層に対応された各層用の記録パワーテスト領域を有し、前記各層用の記録パワーテスト領域は、1 層目から $(n-1)$ 層までの状態が、透過率の最も低い記録状態、または、透過率の最も高い記録状態、もしくは、その両方の記録状態となっている部分を有する光情報記録媒体にレーザビームによって記録を行なう情報記録方法であって、前記各層用の記録パワーテスト領域における記録パワーのテストを、前記透過率の最も低い記録状態、または、前記透過率の最も高い記録状態、もしくは、前記両方の記録状態となっている部分に行なって記録パワーを決定し、決定された記録パワーに基づいてユーザデータ記録領域にユーザデータの記録を行なうことを特徴とする情報記録方法。

【請求項 6】 レーザ光源と、該レーザ光源から出射されたレーザビームを光情報記録媒体に照射する照射手段と、前記レーザビームの戻り光を検出する光検出手段

と、制御部を有し、該制御部は、2 層以上の情報記録層を有する光情報記録媒体の入射側から第 2 層目以降の情報記録層に記録を行なう際に、レーザビームの戻り光を検出し、該戻り光の検出レベルによって、前記レーザビームの記録パワーを制御するとともに、ユーザデータを記録するより前に、ユーザデータ記録領域以外の記録パワーテスト領域にて、記録パワーのテストを行なうことを特徴とする情報記録装置。

【請求項 7】 記録レーザビームの戻り光レベルを少なくとも 1 周分記憶するメモリを有し、その記憶された戻り光データを元に、前記レーザビームの記録パワーを制御することを特徴とする請求項 6 に記載の情報記録装置。

【請求項 8】 2 層以上の情報記録層を有するとともに、ユーザデータ記録領域以外の領域に記録パワーのチェックを行なうための記録パワーテスト領域を有し、該記録パワーテスト領域が、前記情報記録層の層の数が n のとき $(n-1)$ 以上に区分され、前記情報記録層の各層に対応された各層用の記録パワーテスト領域を有し、前記各層用の記録パワーテスト領域は、1 層目から $(n-1)$ 層までの状態が、透過率の最も低い記録状態、または、透過率の最も高い記録状態、もしくは、その両方の記録状態となっている部分を有する光情報記録媒体にレーザビームによって記録を行なう情報記録装置であって、レーザ光源と、該レーザ光源から出射されたレーザビームを光情報記録媒体に照射する照射手段と、前記レーザビームの戻り光を検出する光検出手段と、制御部を有し、該制御部は、前記各層用の記録パワーテスト領域における記録パワーのテストを、前記透過率の最も低い記録状態、または、前記透過率の最も高い記録状態、もしくは、前記両方の記録状態となっている部分に行なって記録パワーを決定することを特徴とする情報記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、複数の情報記録層を備えた光情報記録媒体に、情報を記録する光情報記録媒体ならびにその記録方法および記録装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、大容量高密度の光情報ディスクの実用化が進んでいる。再生専用媒体では、コンパクトディスク (CD)、レーザディスク (LD) 等を中心として広く普及している。また記録再生ディスクも、非結晶-結晶間の反射率変化を利用した相変化型、熱磁気記録/磁気光学効果を利用した光磁気ディスク (MO) などがコンピュータの外部記録媒体として、また、1 回だけの記録が可能で、CD、CD-ROM ドライブで再生可能な CD-R がオーサリング段階の試作ディスク、マスターディスクとして、定着しつつある。

【0003】さらに、CDの音楽データ、LDの高品質の画像データ、CD-ROMのコンピュータデータを包括し、再生専用ディスクと記録メディアを統合した次世代のマルチメディア媒体としての光ディスクが提案され、1996年8月にDVD(Digital Versatile Disk)として規格化され、大容量マルチメディア媒体として期待されている。

【0004】DVDは、デジタルのビデオ信号や大量のコンピュータデータを収納するため、すなわち、従来よりもディスク上の記録密度を上げるために、幾つかの新しい技術を採用している。情報を記録するピットの大きさは、CDと比較して半径方向、円周方向ともに半分弱となっている。また、ディスクのチルトによる再生劣化の影響をなくすため、基板の厚さは、0.6mmとし、かつ、機械的強度を保つため、この0.6mm基板2枚を貼り合わせた構造としている。この貼り合わせをした片方または両方の基板に情報を記録でき、片面再生、両面再生、または片面2層、両面2層のディスク構成とすることができる。記録密度は、片面単層ディスクの場合でもCDの約6倍、レーザディスクと同等以上の動画を2時間記録することができる。

【0005】また、DVD-RAM、DVD-RWといった相変化ディスクも普及しつつある。これらのディスクは、ユーザ自ら記録・再生・消去することができる。例えば、デジタル動画のような大容量の情報を取り扱うことができ、必要に応じてランダムアクセスして記録再生することができる。そのため、現在主流とされているビデオテープレコーダー(Video Tape Recorder)に代わる家庭用ビデオディスクレコーダーとして期待されている。

【0006】このようなDVD-RAM、DVD-RW等がビデオテープの代替となるためには、更なる高密度化、高容量化が望まれている。現行DVDの容量は、片面1層で4.7GBとなり、NTSCの動画を2時間程度収録可能であるが、ビデオテープの代替を想定すると4~6時間以上の記録時間が必要となる。また、高精細(High-Definition)のデジタル動画を2時間以上収録するためには、15~30GBの記録容量が要求される。

【0007】ディスクの記録容量を高める方法としては、レーザ波長の短波長化と、対物レンズの高NA化(開口数を大きくすること)によって記録密度を高める方法のほかに、情報記録層を多層とする方法がある。現行のDVDでは、DVD-9、DVD-18といった片面から2つの情報記録層を再生することが可能な多層ディスクがあり、単層ディスクと比較して、記録容量の向上を達成している。

【0008】情報を記録することが可能な情報記録層を多層とした場合、次のような課題がある。例えば、片面から記録・再生が可能な2層ディスクとした場合、レー

ザビームの入射側に近い第1層目の情報記録層に情報を記録する場合は、従来の単層ディスクと同様の方法により情報を記録することができるから問題はない。しかし、第2層目の情報記録層に情報を記録する場合は、第1層目の情報記録層を透過した光で第2層目の情報記録層に情報の記録を行なうため、第1層目の情報記録層の透過率の影響を受ける。第1層目の情報記録層の透過率は、その状態(消去状態/記録状態)によって変化するから、第2層目の情報記録層に到達するビーム光量が第1層目の情報記録層の状態によって変化することになる。

【0009】図6は、2層の情報記録層を備えた光情報記録媒体に情報を記録する状態の説明図である。図中、21は光情報記録媒体、22は基板、23は第1の情報記録層、24は中間層、25は第2の情報記録層、26は記録レーザ光、27はスポットである。

【0010】光情報記録媒体21の基板22の一方の面に、第1の情報記録層23が形成されている。第1の情報記録層23は、例えば、消去状態が結晶状態(高反射率、低透過率)であり、記録状態が非結晶状態(低反射率、高透過率)である相変化材料(例えば、GeTeSb(ゲルマニウム-テルル-アンチモン)系材料)からなっている。第1の情報記録層23の上には、中間層24(例えば、紫外線硬化樹脂層)を介して、第2の情報記録層25が形成されている。第2の情報記録層25は、例えば、第1の情報記録層23と同様に、消去状態が結晶状態であり、記録状態が非結晶状態である相変化材料(例えば、GeTeSb(ゲルマニウム-テルル-アンチモン)系材料)からなっている。この例の光情報記録媒体21の第1の情報記録層23および第2の情報記録層25に情報を記録すると、記録マークの部分は非結晶状態、記録マーク以外の部分は結晶状態となる。すなわち、第1の情報記録層23および第2の情報記録層25の記録領域において、情報が全く記録されていない領域は、結晶状態であるため低透過率となり、情報が記録されている領域は非結晶状態の記録マークが形成されているため、情報が全く記録されていない領域よりも透過率が高くなる。

【0011】このように、例えば、通常DVD-RAMなどの相変化型ディスクでは、消去が結晶状態、記録が非結晶状態(アモルファス)となり、その光学定数の変化、すなわち反射率の変化で記録再生を行なっている。第1の情報記録層23が未記録状態(結晶状態)では、透過率が低いため、第2の情報記録層25に到達する光量は少なくなってしまう。逆に第1の情報記録層23が記録状態(アモルファス)では、透過率が高いため、第2の情報記録層25に到達する光量は多くなる。いずれかの状態に記録パワーを合わせてしまうと第1の情報記録層23の記録、未記録の状態の違いで、所望の記録パワーからのズレが生じてしまう。記録パワーの変動はジ

ッタ、エラーレートなど第2層目の記録特性の劣化に繋がってしまう。

【0012】第2の情報記録層25における記録パワーについて図6で説明する。光情報記録媒体21の第2の情報記録層25に情報を記録する場合、基板2を介して、記録する情報に応じて記録パワーが変調された記録レーザ光26を第2の情報記録層25に照射する。記録レーザ光26は、第2の情報記録層25上に焦点を結ぶよう制御される。このとき、記録レーザ光26は、第1の情報記録層23を透過して第2の情報記録層25に到達するため、記録レーザ光26が照射されている部分（スポット27）の第1の情報記録層23の状態により、第2の情報記録層25に到達する記録レーザ光26の光量に変化することになる。

【0013】図7は、記録レーザ光26により第2の情報記録層25に情報を記録する際に、第1の情報記録層23における記録レーザ光26が照射されている領域（スポット27）の状態を示す説明図である。このスポット27が当てられている領域の状態は、図7（A）に示すように領域全部が消去状態である場合、図7（B）に示すように一部が消去状態であり、一部が記録状態である場合、図7（C）に示すように領域全部が記録状態である場合の3つの場合がある。ただし、図7（B）に示す一部が消去状態、一部が記録状態である場合は、消去状態の領域と記録状態の領域との比率は、一定ではなく、記録が行なわれた状況によって変化する。図7

（A）の場合の透過率を T_1 、図7（B）の場合の透過率を T_2 （ T_2 は消去状態の領域と記録状態の領域との比率によって変化する。）、図7（C）の場合の透過率を T_3 とすれば、 $T_1 < T_2 < T_3$ となる。

【0014】特開平11-195243号公報に記載された多層光ディスクでは、各層の膜厚や光吸収率を限定することによって、第1層目の情報記録層による記録レーザ光の減衰を小さくして、この問題に対処しているが、第1層目の情報記録層の透過率が記録部分と消去部分とで同一にはできないので、第2層目の情報記録層に情報を記録する際に、第1層目の情報記録層の状態の影響を受けることは避けられない。

【0015】第2の情報記録層25への記録の際に、第2の情報記録層25へ到達する記録パワーが一定となるように制御することも考えられるが、上述したように、記録レーザ光26が照射されている第1の情報記録層23の領域の状態（結晶部分と非結晶部分の比率）によって、透過率が変化するから、第2の情報記録層25に情報を記録する記録レーザ光26の記録パワーを第1の情報記録層23の透過率に応じて制御することは困難である。

【0016】具体例で説明する。図6に示した2層の情

報記録層23、25を有する光情報記録媒体21における第1の情報記録層23の記録レーザ光26が照射されている領域全部が消去状態（結晶状態）であるときの透過率 T_1 を10%とし、記録レーザ光26が照射されている領域全部が記録状態（記録マーク部分は非結晶状態）であるときの透過率 T_1 を40%とする。また、第2の情報記録層25が消去状態での反射率を50%とする。ここで、第1の情報記録層23が消去状態（最も透過率が低い状態）であるときの、第2の情報記録層25の最適記録パワー P_0 が1mWであるとする、記録レーザ光26の記録パワーは10mWとなる（第1の情報記録層23の透過率が10%であることにより、 $10\text{mW} \times 0.1 = 1\text{mW}$ ）。一方、記録レーザ光26のパワーを10mWとし、第1の情報記録層23の記録レーザ光26が照射されている領域全部が記録状態（最も透過率が高い状態）であるとき、第2の情報記録層23に到達する記録パワーは4mW（ $10\text{mW} \times 0.4 = 4\text{mW}$ ）となり、オーバーパワーとなってしまう。ここで、第1の情報記録層23が記録状態にある場合の透過率 T_1 を予め知ることができれば、記録レーザ光26の記録パワーを制御できるが、図7で説明したように、記録レーザ光26のスポット27内にある領域の透過率は、記録領域と消去領域の比率により変化するため、第1の情報記録層23の透過率 T_1 を予め知ることができないという問題がある。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、2層以上の情報記録層を有する光情報記録媒体の第2層目以降の情報記録層に対して情報を記録する際に、その情報記録層より入射側に位置する記録層の記録状態により透過光量に変化しても、記録レーザ光のレーザパワーの適切な制御を行なうことができ、良好な特性で情報を記録することができる光情報記録媒体ならびにその記録方法および情報記録装置を提供することを目的とするものである。

【0018】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、2層以上の情報記録層を有する光情報記録媒体であって、ユーザデータ記録以外の領域に記録パワーのチェックを行なうための記録パワーテスト領域を有することを特徴とするものである。この光情報記録媒体は、レーザビームによって入射側から第2層目以降の情報記録層の記録時に、記録レーザビームの戻り光を検出し、該戻り光の検出レベルによって、記録パワーが制御されるようにして光情報記録が行なわれる。

【0019】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の光情報記録媒体において、前記記録パワーテスト領域が、前記情報記録層の層の数が n のとき（ $n-1$ ）以上に区分され、前記情報記録層の各層に対応された各層用の記録パワーテスト領域を有し、前記各層用の記録パワーテスト領域は、1層目から（ $n-1$ ）層までの状態

が、透過率の最も低い記録状態、または、透過率の最も高い記録状態、もしくは、その両方の記録状態となっている部分を有することを特徴とするものである。

【0020】請求項3に記載の発明は、2層以上の情報記録層を有する光情報記録媒体にレーザビームによって記録を行なう情報記録方法であって、入射側から第2層目以降の情報記録層の記録時に、記録レーザビームの戻り光を検出し、該戻り光の検出レベルによって、記録パワーを制御する情報記録方法において、ユーザデータを記録するより前に、ユーザデータ記録領域以外の記録パワーテスト領域にて、記録パワーのテストを行なって記録パワーを決定し、決定された記録パワーに基づいてユーザデータ記録領域にユーザデータの記録を行なうことを特徴とするものである。

【0021】請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の情報記録方法において、記録レーザビームの戻り光レベルを少なくとも1周分記憶するメモリを有し、その記憶された戻り光データを元に、前記レーザビームの記録パワーを制御することを特徴とするものである。

【0022】請求項5に記載の発明は、2層以上の情報記録層を有するとともに、ユーザデータ記録領域以外の領域に記録パワーのチェックを行なうための記録パワーテスト領域を有し、該記録パワーテスト領域が、前記情報記録層の層の数が n のとき $(n-1)$ 以上に区分され、前記情報記録層の各層に対応された各層用の記録パワーテスト領域を有し、前記各層用の記録パワーテスト領域は、1層目から $(n-1)$ 層までの状態が、透過率の最も低い記録状態、または、透過率の最も高い記録状態、もしくは、その両方の記録状態となっている部分を有する光情報記録媒体にレーザビームによって記録を行なう情報記録方法であって、前記各層用の記録パワーテスト領域における記録パワーのテストを、前記透過率の最も低い記録状態、または、前記透過率の最も高い記録状態、もしくは、前記両方の記録状態となっている部分にて行なって記録パワーを決定し、決定された記録パワーに基づいてユーザデータ記録領域にユーザデータの記録を行なうことを特徴とするものである。

【0023】請求項6に記載の発明は、情報記録装置において、レーザ光源と、該レーザ光源から出射されたレーザビームを光情報記録媒体に照射する照射手段と、前記レーザビームの戻り光を検出する光検出手段と、制御部を有し、該制御部は、2層以上の情報記録層を有する光情報記録媒体の入射側から第2層目以降の情報記録層に記録を行なう際に、レーザビームの戻り光を検出し、該戻り光の検出レベルによって、前記レーザビームの記録パワーを制御するとともに、ユーザデータを記録するより前に、ユーザデータ記録領域以外の記録パワーテスト領域にて、記録パワーのテストを行なうことを特徴とするものである。

【0024】請求項7に記載の発明は、請求項6に記載

の情報記録装置において、記録レーザビームの戻り光レベルを少なくとも1周分記憶するメモリを有し、その記憶された戻り光データを元に、前記レーザビームの記録パワーを制御することを特徴とするものである。

【0025】請求項8に記載の発明は、2層以上の情報記録層を有するとともに、ユーザデータ記録領域以外の領域に記録パワーのチェックを行なうための記録パワーテスト領域を有し、該記録パワーテスト領域が、前記情報記録層の層の数が n のとき $(n-1)$ 以上に区分され、前記情報記録層の各層に対応された各層用の記録パワーテスト領域を有し、前記各層用の記録パワーテスト領域は、1層目から $(n-1)$ 層までの状態が、透過率の最も低い記録状態、または、透過率の最も高い記録状態、もしくは、その両方の記録状態となっている部分を有する光情報記録媒体にレーザビームによって記録を行なう情報記録装置であって、レーザ光源と、該レーザ光源から出射されたレーザビームを光情報記録媒体に照射する照射手段と、前記レーザビームの戻り光を検出する光検出手段と、制御部を有し、該制御部は、前記各層用の記録パワーテスト領域における記録パワーのテストを、前記透過率の最も低い記録状態、または、前記透過率の最も高い記録状態、もしくは、前記両方の記録状態となっている部分にて行なって記録パワーを決定することを特徴とするものである。

【0026】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を図を用いて説明する。図8は、本発明の光情報記録媒体の外観図である。本発明においては、多層（2層以上）の情報記録層を有する光情報記録媒体28にレーザビームによって入射側から第2層目以降の情報記録層の記録時に、記録レーザビームの戻り光を検出し、該戻り光の検出レベルによって、記録パワーが制御される光情報記録媒体および記録方法で、ユーザデータを記録するより前に、ユーザデータ記録領域以外の記録パワーテスト領域にて、記録パワーのテストを行ない、最適な記録パワーを更正することができるものである。

【0027】図8に示したように、通常ユーザデータ記録領域30の最内周部より内側またはユーザデータ記録領域30の最外周部より外側の部分に、記録パワーテスト領域29を設ける。内側および外側の両方のユーザデータ記録領域を設けるようにしてもよい。ただし、ディスクのフォーマットによっては、ユーザデータ記録領域30と記録パワーテスト領域29が混在したような形態としてもよい。以下この記録パワーテスト領域29を用いてどのように記録パワーの制御を行なうか具体的に説明する。

【0028】図1は、本発明の情報記録方法を達成するための情報記録装置の基本的な構成を示すブロック図である。図中、1はレーザ光源、2はピックアップ、3はレーザドライバ、4は光検出部、5は制御部、6は光デ

ディスクである。

【0029】レーザ光源1は、半導体レーザ、ガスレーザなどが用いられる。波長は、CDでは780～830nm、DVDでは630～650nmのものが用いられる。光ディスク6への記録密度を高めるためには、記録・再生を行なうレーザビームのスポット径を小さくしなければならぬが、ビームスポット径は、レーザ波長(λ)に比例し、対物レンズの開口数(NA)に反比例する。なお、レーザ光源については、光ディスクの高密度化が進むに伴い、レーザ光源の短波長化が必要とされ、ポストDVDの次世代高密度光ディスクでは、400nmの青色半導体レーザの採用が考慮されている。

【0030】照射手段に用いられるピックアップ2は、光ディスク6の記録膜表面にレーザビームを収束させるための光学系である。通常はレーザ光源1と一体化されている。また、前述のように、光ディスクの記録密度が、対物レンズの開口数(NA)に比例するため、光ディスクの高密度化が進むに伴って、高開口数化も進んでいるが、開口数が高くなると、光ディスクの傾き(スキュー)に対する収差の影響が大きくなり、信号の再生特性が劣化してしまう。CDではNA=0.45、DVDではNA=0.6程度であったが、次世代高密度光ディスクでは0.65～0.85辺りになりそうである。照射手段としては、適宜の光学系を用いることができることはいうまでもない。

【0031】レーザドライバ3は、レーザ光源1を駆動する回路である。通常は、レーザ光源1およびピックアップ2と一体化されていることが多い。

【0032】光検出手段として用いられる光検出部4には、光検出器が設けられており、光ディスク6からの戻り光を電気信号に変換する。光検出部4では、信号の再生も行なうことができるとともに、ピックアップ2を通して照射されるレーザビームの焦点位置を情報記録面へ位置合わせを行なうためのサーボ信号や、信号記録列をトレースするためのサーボ信号も、光検出部4から得る。なお、サーボ回路等は図示を省略している。

【0033】制御部5は、光検出部4の検出出力に基づく演算や、その結果に基づくレーザドライバ3のパワーコントロールを行なうための制御信号の作成、各部の制御等を行なうもので、CPUを用いて構成されている。

【0034】光ディスク6の第1層目の情報記録層に記録を行なう場合は、制御部5は、レーザ光源1からの記録ビームのパワーが所定の記録パワーとなるようにレーザドライバ3を制御するとともに、焦点位置を第1層目の情報記録層に合わせるようにピックアップ2の駆動系を制御する。

【0035】第2層目の情報記録層に記録する際の記録パワーは、記録時の光ディスク6の戻り光を光検出部4で検出し、第2層目の情報記録層への記録パワーが所定

値となるように制御部5がレーザドライバ3を制御する。

【0036】ここで光検出部4の検出出力に基づく演算や、その結果に基づくレーザドライバ3のパワーコントロールが瞬時に完了すれば問題はないが、実際は、これらのフィードバックにかかる時間分だけレーザの制御が遅れることとなる。そのため実際的な方法としては、次のような方法が考えられる。記録する箇所の戻り光のパワーのデータを予め測定し、戻り光のデータを少なくとも1周分をメモリ等のバッファに記憶する。記録の際には、その記憶された戻り光のデータに基づいて、レーザ記録パワーを制御する。

【0037】また、ビデオやオーディオなどのデータを内周のトラックから連続に記録していく場合は1周前の記録時に、メモリに記憶した戻り光のデータを元にレーザパワーを制御しても良い。この場合戻り光のデータは1周分ずれたデータとなるが、手前の層に照射されるスポットサイズは、例えば対物レンズのNAを0.6、層間隔を50μmとすると、60μmとなり、トラックピッチ0.74μmとすると、80本の以上のトラックがこのスポット内に入ることになり、1周分トラックが変わったとしても無視できる範囲である。以上のバッファや制御回路も図1の制御部5についての実施例である。

【0038】戻り光の検出による記録パワーの制御動作について図2、図3で説明する。なお、以下の説明は、2層光ディスク記録媒体に記録する場合についての説明であるが、本発明は、2層光ディスク記録媒体に限られるものではなく、3層以上の多層光ディスク記録媒体であってもよいものである。

【0039】図7で説明したように、第2層目以上の情報記録層からの戻り光は、その情報記録層からレーザビームの入射側に位置する情報記録層の記録状態による透過率の変化によって、レベルが変化する。

【0040】図2は、単層の情報記録層に記録している際の、レーザビームの戻り光11のレベルを模式的に示したものである。レベル変動のないレーザビームの戻り光が得られており、I₁とI₁...とは、一定と考えてよい。なお、I₁とI₁...は記録中の記録マークや記録マーク間の長さによっても多少の影響を受けるがこの影響は無視するものとする。

【0041】図3は、第2層目の情報記録層に記録している際の、レーザビームの戻り光12のレベルを模式的に示したものである。レーザビームは第1層目の情報記録層を透過して第2層目の情報記録層で反射し、再度第1層目の情報記録層を透過して戻り光12となるため、第1層目の情報記録層の記録状態の影響を受ける。すなわち、第1層目の情報記録層が未記録状態では第1層目の情報記録層の透過率が低いため、第2層目の情報記録層に到達する光量は少なくなり、結果として、例えば、図3の12eの部分のように戻り光レベルは、I₁...eが

低くなる。第1層目の情報記録層が記録状態では透過率が高いため、第2層目の情報記録層に到達する光量は多くなり、図3の12rの部分のように戻り光レベル I_{100r} が高くなる。ここで第1層目の情報記録層をレーザービームが透過する部分では、デフォーカスしているため、複数のトラックの記録状態が透過率に反映されるため、透過率は連続的に変化するが、透過率と情報記録層上に到達する記録パワーは比例関係にあり、光検出器4に戻ってくる光にも反映される。

【0042】ここで、例えば、レーザービームの初期パワーを、第1層目の情報記録層が未記録状態の場合に、第2層目の情報記録層への情報の記録に最適なパワー P_0 とする。第1層目の情報記録層になんらかの記録が施されている状態の透過率を T_1 、全くの未記録状態の透過率を T_E 、それぞれの状態の戻り光の上部のレベルを I_{100r} 、 I_{100E} とすると、レーザービームは第1層目の情報記録層を2回通過して戻り光となるため、それらの関係は、

$$I_{100r}^{0.5} : I_{100E}^{0.5} = T_1 : T_E$$

の関係が成り立つ。すなわち、第1層目の情報記録層が記録部分である場合の、第1層目の情報記録層が未記録部分である場合に対する記録パワーの上昇分は、

$$(T_1 / T_E) = (I_{100r} / I_{100E})^{0.5}$$

となる。

【0043】ここで、上述したように、第1層目の情報記録層が未記録状態である場合に、第2層目の情報記録層への情報の記録に最適な記録レーザー光のパワーを P_0 とすると、第1層目の情報記録層の記録状態の変化に対する記録レーザー光の最適パワー P_{01} を、

$$P_{01} = P_0 \times (T_1 / T_E) = P_0 \times (I_{100r} / I_{100E})^{0.5}$$

となるように記録パワーを調整すれば、第1層目の情報記録層が記録部分である場合でも、オーバーパワーとなることなく、第2層目の情報記録層へ最適な記録が可能となる。

【0044】具体例について図6を参照しながら説明する。光情報記録媒体21の第2の情報記録層25に情報を記録する場合、記録レーザー光26の戻り光は、第1の情報記録層23を2回透過していることになる。まず、第1の情報記録層23が消去状態である場合の第1の情報記録層23の透過率 T_1 は、変動しない値であり、予め知ることができる（例えば、10%であるとする）。そこで、第1の情報記録層23が消去状態である場合の、第2の情報記録層25上での最適記録パワーを基準値として、例えば、 $P_E = 1\text{mW}$ （レーザー光源の記録パワー $P_0 = 10\text{mW}$ ）とする。また、第1の情報記録層23が記録状態である場合の透過率 T_1 は変動する値であり、ここでは、一例として、40%であるとする。このとき、記録レーザー光の記録パワー P_0 （10mW）を制御しないと、第2の情報記録層25に到達する

記録パワーは4mWとなる。すなわち、記録レーザー光26が照射されている部分の第1の情報記録層23が消去状態である場合と記録状態である場合の第2の情報記録層25上でのパワー比は1:4となってしまう。

【0045】次に、第1の情報記録層23が消去状態での記録レーザー光26の戻り光のピークレベルは、図3で説明した I_{100E} である。ここで、第2の情報記録層25の消去状態での反射率を50%とすると、記録レーザー光26の戻り光のレベルは、第1の情報記録層23を透過し、第2の情報記録層25により反射され、再び第1の情報記録層23を透過したときレベルであるため、 $I_{100E} = 10\text{mW} \times 0.1 \times 0.5 \times 0.1 = 0.05\text{mW}$ に対応するレベルとなる。

【0046】また、第1の情報記録層23が記録状態での記録レーザー光26の戻り光のピークレベルは図3で説明した I_{100r} である。ここで、第2の情報記録層25の消去状態での反射率を50%とすると、記録レーザー光26の戻り光のレベルは、第1の情報記録層23を透過し、第2の情報記録層25により反射され、再び第1の情報記録層23を透過したときレベルであるため、 $I_{100r} = 10\text{mW} \times 0.4 \times 0.5 \times 0.4 = 0.8\text{mW}$ に対応するレベルとなる。すなわち、記録レーザー光26が照射されている部分の第1の情報記録層23が全面消去状態である場合と記録状態である場合の記録レーザー光26の戻り光レベルの比は、

$$0.05 : 0.8 = 1 : 16$$

になる。

【0047】したがって、戻り光レベル比をそれぞれ0.5乗すれば、記録パワー比と等しくなる。よって、第1の情報記録層23の記録レーザー光が照射されている領域全面が消去状態である場合に第2の情報記録層25に情報を記録するときの記録レーザー光の最適記録パワー P_0 に $(I_{100E} / I_{100r})^{0.5}$ を乗算する制御をすることにより、常に、最適な記録パワーで第2の情報記録層25に情報を記録することができる。なお、 I_{100E} および P_0 の値は一定値であるから、これらの値は、図1の構成であれば、制御部5に記憶させておき、 I_{100r} をモニタして記録レーザー光の記録パワーの制御をすればよい。

【0048】上述したように、図3で説明した実施例では、戻り光12の波形の上側、すなわち、トップレベル値を検出することで、第2層目の情報記録層への記録パワーの調整を行なうようにした。これに対して、図4に示す実施例では、記録時のレーザービームの戻り光12のボトムレベル値を検出し、記録パワーを制御するようにした。図3で示した実施例と同様に第1層目がなんらかの記録が施されている状態の透過率を T_1 、全くの未記録状態の透過率を T_E 、それぞれの状態の戻り光のボト

ムレベル値を $I_{1,0,0,0,0}$ 、 $I_{1,0,0,0,1}$ とすると、戻り光は第1層目の情報記録層を2回通過するため、それらの関係は、

$$I_{1,0,0,0,0}^{0.5} : I_{1,0,0,0,1}^{0.5} = T_1 : T_2$$

となる。すなわち、第1層目の情報記録層が記録部分である場合の、第1層目の情報記録層が未記録部分である場合に対する記録レーザ光のパワーの上昇分は、

$$(T_1 / T_2) = (I_{1,0,0,0,0} / I_{1,0,0,0,1})^{0.5}$$

となる。

【0049】ここで、図3の実施例と同様に、第1層目の情報記録層が未記録状態である場合に、第2層目の情報記録層への情報の記録に最適な記録レーザ光のパワーを P_0 とすると、第1層目の記録状態の変化に対する記録レーザ光の最適パワー $P_{0,1}$ を、

$$P_{0,1} = P_0 \times (T_2 / T_1) = P_0 \times (I_{1,0,0,0,1} / I_{1,0,0,0,0})^{0.5}$$

となるように記録レーザ光のパワーを調整すれば、第1層目の情報記録層が記録部分である場合でも、オーバーパワーとなることなく、第2層目の情報記録層へ最適な記録が可能となる。

【0050】また、図5に示す実施例では、記録レーザビームの戻り光の平均レベルを検出し、その戻り光レベルによって、記録パワーを制御するようにした。図3で示した実施例と同様に、第1層目がなんらかの記録が施されている状態の透過率を T_1 、全くの未記録状態の透過率を T_2 、それぞれの状態の戻り光平均レベルを $I_{1,0,0,0,0}$ 、 $I_{1,0,0,0,1}$ とすると、戻り光は第1層を2回通過するため、それらの関係は、

$$I_{1,0,0,0,0}^{0.5} : I_{1,0,0,0,1}^{0.5} = T_1 : T_2$$

となる。すなわち、第1層目が記録部分である場合の、第1層目が未記録部分である場合に対する記録レーザ光のパワーの上昇分は、

$$(T_1 / T_2) = (I_{1,0,0,0,0} / I_{1,0,0,0,1})^{0.5}$$

となる。

【0051】ここで、図3の実施例と同様に、第1層目の情報記録層が未記録状態である場合に、第2層目の情報記録層への情報の記録に最適な記録レーザ光のパワーを P_0 とすると、第1層目の記録状態の変化に対する記録レーザ光の最適パワー $P_{0,1}$ を、

$$P_{0,1} = P_0 \times (T_2 / T_1) = P_0 \times (I_{1,0,0,0,1} / I_{1,0,0,0,0})^{0.5}$$

となるように記録レーザ光のパワーを調整すれば、第1層目の情報記録層が記録部分である場合でも、オーバーパワーとなることなく、第2層目の情報記録層へ最適な記録が可能となる。

【0052】この場合、平均レベルを検出するための例えばローパスフィルターなどは、図1の構成例では、制御部5に含まれているものとする。

【0053】また、本発明は、2層より多い情報記録層を有する光ディスクの第2層目以降の情報記録層へ情報

を記録する場合にも適用が可能である。ここで m 層を有する光ディスクの第 n 層の情報記録層に記録する場合を考えると ($2 \leq n \leq m$)、 $1 \sim (n-1)$ 層目の情報記録層までに何らかの記録が施されている状態の透過率を $T_{1(n-1)}$ 、 $1 \sim (n-1)$ 層目までの情報記録層のレーザビームが透過するすべての部分が未記録状態である場合の透過率を $T_{2(n-1)}$ 、それぞれの状態の戻り光のトップレベル $I_{1,0,0,0}$ 、 $I_{1,0,0,1}$ とすると、上述のように $1 \sim$

$(n-1)$ 層目までの情報記録層に何らかの記録が施されている場合の、 $1 \sim (n-1)$ 層目までの情報記録層のレーザビームが透過するすべての部分が未記録状態である場合に対する記録パワーの上昇分は、

$$(T_{1(n-1)} / T_{2(n-1)}) = (I_{1,0,0,0} / I_{1,0,0,1})^{0.5}$$

となる。

【0054】ここで、 $1 \sim (n-1)$ 層目までの情報記録層のレーザビームが透過するすべての部分が未記録状態である場合の記録レーザ光の最適なパワーを P_0 とすると、 $1 \sim (n-1)$ 層目までの情報記録層の記録状態の変化に対する記録レーザ光の最適パワー $P_{0,1}$ を、

$$P_{0,1} = P_0 \times (T_{2(n-1)} / T_{1(n-1)}) = P_0 \times (I_{1,0,0,1} / I_{1,0,0,0})^{0.5}$$

となるように記録パワーを調整すれば、 $1 \sim (n-1)$ 層目までの情報記録層の記録部分にレーザビームがかかっても、オーバーパワーとなることなく、 n 層目の情報記録層に最適な記録が可能となる。

【0055】ここで、上述の記録パワー P_0 は第1層目の情報記録層が未記録状態である場合に、第2層目の情報記録層への情報の記録に最適な記録レーザ光のパワーであるが、予め試し書き等によって検出しておく必要がある。試し書きは図8に示したように、ユーザデータ記録領域以外の記録パワーテスト領域にて行なう。また計測された記録パワー P_0 の値をメモリ等に保存しておき、実際の記録時に検出された戻り光レベルを基に前記換算式によって計算され、記録パワーの制御がなされる。

【0056】記録パワー P_0 は、第1層目 (2層の場合) の情報記録層が未記録状態である場合に、第2層目の情報記録層への情報の記録に最適な記録レーザ光のパワーであるため、測定する部分の第1層目は透過率の最も低い記録状態、すなわち、情報記録層が未記録状態である必要がある。多層記録層の場合は、 n 層の記録パワー P_0 を測定する部分の $1 \sim (n-1)$ 層目まで情報記録層のレーザスポットが透過するすべての部分を未記録状態にしておく必要がある。そのため情報記録層が m 層の場合、記録パワーテスト領域が少なくとも $(m-1)$ 個以上に分割または独立した各層専用の記録パワーテスト領域として設ける。

【0057】図9には、情報記録層が3層の場合の記録パワーテスト領域を模式的に示した。図中、31は第2層のテスト領域、32は第3層のテスト領域を示した

が、当然、第1層の記録パワーテスト領域を同様に形成してもよい。また、記録パワーテスト領域の分割方法は、このように周方向位置で分割させてもよいし、あるいは、半径位置を変えて分割させるなど、適宜の分割パターンを採用できる。

【0058】また、これまでは記録パワー P_0 を算出するためであるため、 $(n-1)$ 層目までの透過率の最も低い状態のみを考慮したが、当然 $(n-1)$ 層目までの透過率の最も高い場合の記録パワー P_0 を測定し、戻り光に対する相関関係を求めてもよい。その場合は、各層専用の記録パワーテスト領域において、 n 層 $(n \leq m)$ の記録パワーテスト領域の1層目 $\sim (n-1)$ 層目までの状態を透過率の最も高い状態（非晶質）としておく。

【0059】さらに、記録パワー調整の精度を上げるために、 $(n-1)$ 層目までの透過率の最も低い場合の記録パワー P_0 だけでなく、 $(n-1)$ 層目までの透過率の最も高い場合の記録パワー P_0 を測定し、戻り光に対する相関関係を求め、内挿法によって最適パワー P_{opt} を求めてもよい。その場合、記録パワーテスト領域は、図10に示したようになる（3層の記録層の場合）。

【0060】図11には、その場合の記録パワーテスト領域の断面図を模式的に示した（情報記録層が3層の場合）。図10、図11中、33は第2層 P_0 テスト領域、34は第2層 P_0 テスト領域、35は第3層 P_0 テスト領域、36は第3層 P_0 テスト領域であり、37が結晶質部分、38が非晶質部分となっている。なお、図6と同様の部分は同じ符号を付して説明を省略する。ここで、37の結晶質部分、38の非晶質部分のそれぞれの状態は、実際の初期化装置とドライブによって行なわれることが望ましい。また、記録状態（非晶質部分）は、ユーザーが購入後にドライブを初めて使用して起動したときに、フォーマットなどと同時に行なうようなシステムとしてもよい。また、テストを行なう n 層の状態（記録状態／未記録）は、 $(n-1)$ の状態の影響に比べて十分小さいものとする。

【0061】なお、上述した説明においては、情報記録層が未記録状態である場合、低透過率（高反射率）とし、情報記録層が記録状態である場合、高透過率（低反射率）であるとしたが、未記録状態が高透過率（低反射率）、記録状態が低透過率（高反射率）となる媒体においても、本発明は同様に適用可能である。

【0062】次に、図1の情報記録装置における記録パワーテストの一例の流れを説明する。なお説明を簡単にするため、ここでは光情報記録媒体として用いた光ディスク6は、線速度一定（CLV）の回転制御がなされ、すなわち、記録パワーは何処の半径位置でも同一であるとする。

【0063】図12には、この記録パワーテストのフローチャートを示した。まず、ステップ1で、光情報記録媒体の記録パワーテスト領域の試し書き位置へピックアップ

アップ部をシークするように制御し、ステップ2で、書き込みレーザパワー値（記録レーザパワー値）の設定パラメータとしてレーザ駆動電流の初期値をレーザドライバに設定する。

【0064】次に、ステップ3で、レーザドライバに記録パワーテスト領域への試し書き記録を行なうように制御して、記録パワーテスト領域への試し書きを終了する。なお、ここでの試し書きの設定値は、通常ディスクのリードイン領域等に記録されているメーカー推奨の記録パワーに加えて、 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ の5点で記録するようにするとよい。もちろん、メーカー推奨の記録パワー、 $\pm 5\%$ の記録パワー、および、 $\pm 10\%$ の記録パワーの値は、一例であって、この具体例に限られるものではない。

【0065】次に、ステップ4へ進んで試し書き位置に記録されたデータの読み取りを行ない、ステップ5へ進んで再生信号検出を行なって、例えばアシンメトリなど記録状態の目安となるデータを測定／算出する。

【0066】次に、ステップ6へ進んで試し書き再生を行なったうちで、規定の最適アシンメトリ値に近いアシンメトリ値を選出する。ここで、設定した記録パワーの範囲に最適値がなければ、図中の点線矢印のパスのようにステップ3に戻り、初期の設定範囲より広い範囲で記録パワーを設定し直して、ステップ4以降を再度実行する。なお、ここでの最適記録レーザパワーを決定する判断要因として上記アシンメトリ以外に再生信号のジッタやパルス幅などを利用してもよい。

【0067】そして、ステップ7へ進んで、選出したアシンメトリ値に対応する記録レーザパワーを最適値（最適記録レーザパワー値）として、メモリ（例えば、コントローラ内のRAM）に記憶し、この記録パワーテストの処理を終了する。

【0068】なお、角速度一定（CAV）のディスク回転制御の場合では、記録領域内で連続的に線速度が変わるが、それぞれの記録位置に対応した線速度での記録パワーのテストを行なうことが困難であるため、線速度が一番低い最内周と線速度が一番高い最外周とで、記録パワーのテストを行ない、内挿法によって最適パワーを求めるようにしてもよい。

【0069】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、2層以上の情報記録層を有する光情報記録媒体に対して、第1層目の記録状態によって透過光量に変化してもジッターエラーレートが劣化することがない良好な多層の光情報記録媒体ならびにその記録方法および記録装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の情報記録方法を達成するための情報記録装置の基本的な構成を示すブロック図である。

【図2】単層の情報記録層に記録している際の、レーザ

ビームの戻り光のレベルを模式的に示した説明図である。

【図3】第2層目の情報記録層に記録している際の、レーザービームの戻り光のレベルを模式的に示した説明図である。

【図4】第2層目の情報記録層に記録している際の、レーザービームの戻り光のレベルを模式的に示した説明図である。

【図5】第2層目の情報記録層に記録している際の、レーザービームの戻り光のレベルを模式的に示した説明図である。

【図6】2層の情報記録層を備えた光情報記録媒体に情報を記録する状態の説明図である。

【図7】スポットが照射されている領域の記録状態の説明図である。

【図8】本発明の光情報記録媒体の外観図である。

【図9】3層の記録層を有する場合の記録パワーテスト領域の模式図である。

【図10】3層の記録層を有する場合の記録パワーテスト

*ト領域で、2層目までが透過率の最も低い状態と最も高い状態の領域を有する場合の模式図である。

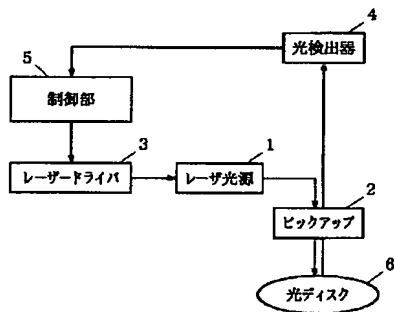
【図11】3層の記録層を有する場合の記録パワーテスト領域の断面図である。

【図12】記録パワーテストのフローチャート図である。

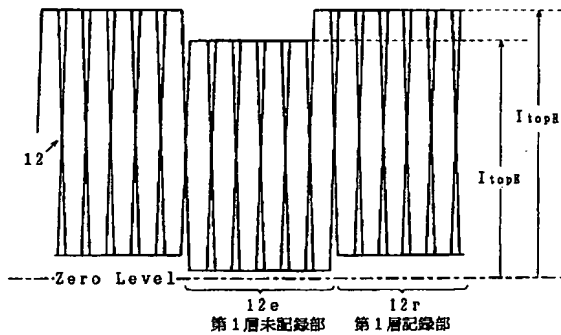
【符号の説明】

1…レーザー光源、2…ピックアップ、3…レーザドライバ、4…光検出部、5…制御部、6…光ディスク、7…スポット、11…第1層目からの戻り光、12…第2層目からの戻り光、21…光情報記録媒体、22…基板、23…第1の情報記録層、24…中間層、25…第2の情報記録層、26…記録レーザー光、27…スポット、28…光情報記録媒体、29…パワーテスト領域、30…ユーザデータ領域、31…第2層テスト領域、32…第3層テスト領域、33…第2層P。テスト領域、34…第2層P。テスト領域、35…第3層P。テスト領域、36…第3層P。テスト領域、37…結晶質、38…非晶質。

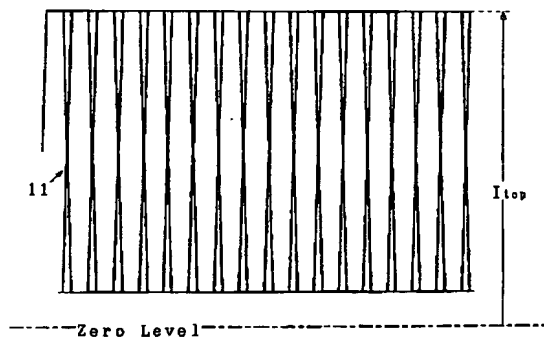
【図1】



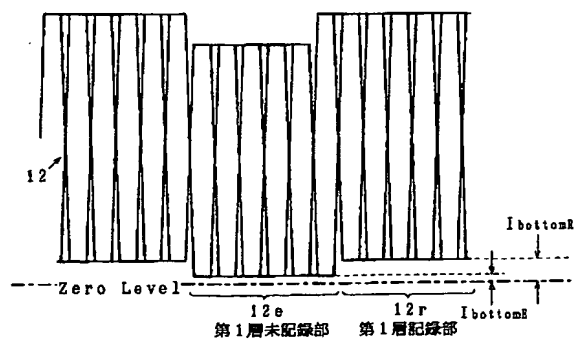
【図3】



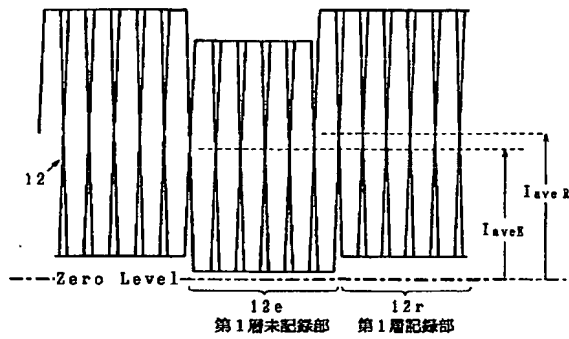
【図2】



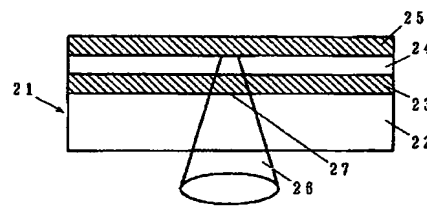
【図4】



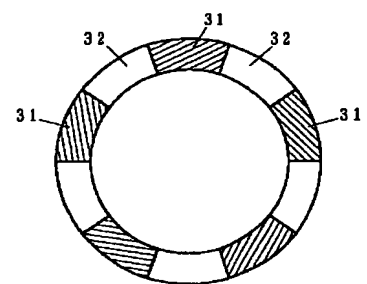
【図5】



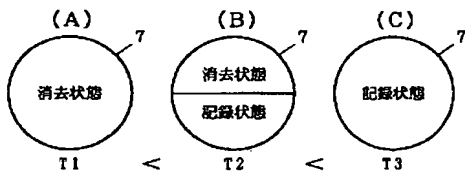
【図6】



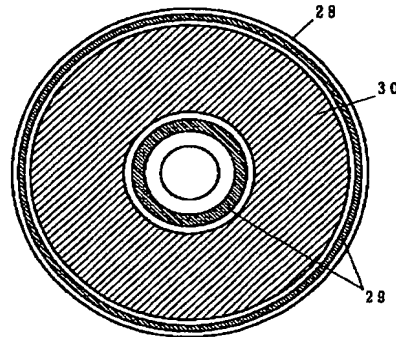
【図9】



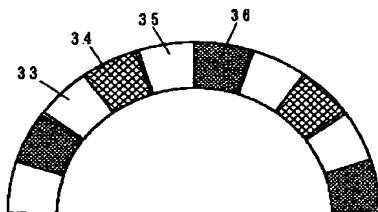
【図7】



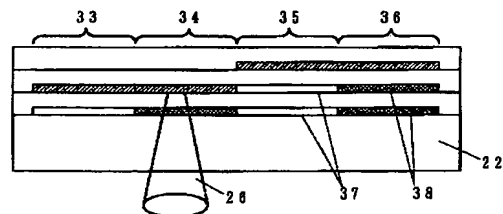
【図8】



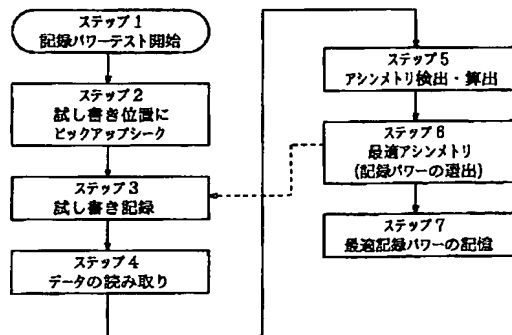
【図10】



【図11】



【図12】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5D029 JB13
5D090 AA01 BB03 BB05 CC01 EE01
KK03
5D119 AA23 BA01 BB02 BB04 HA19
HA45

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.